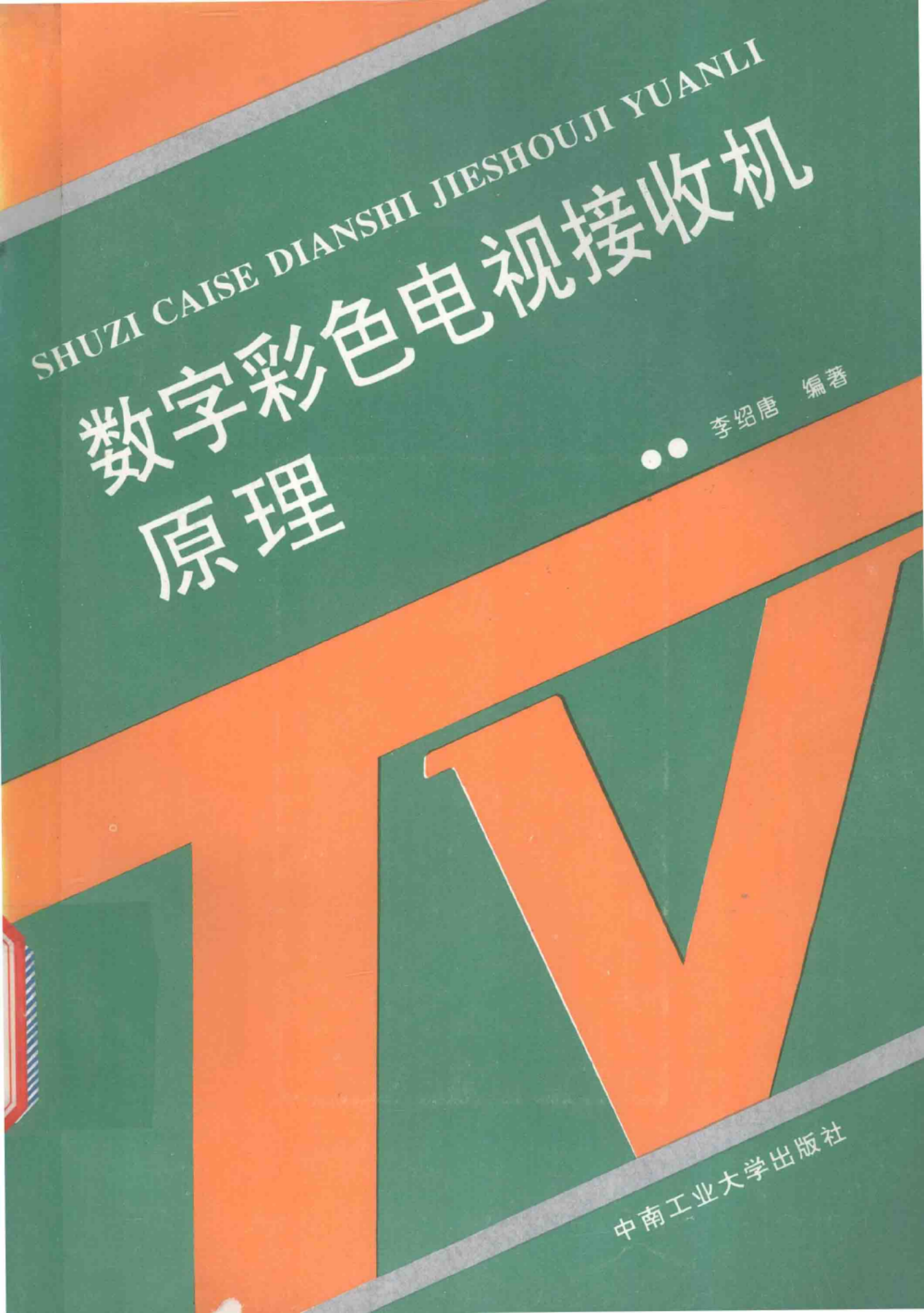




SHUZI CAISE DIANSHI JIESHOUI YUANLI

数字彩色电视接收机 原理

李绍唐 编著

中南工业大学出版社

数字彩色电视接收机原理

李绍唐 编著

中南工业大学出版社

【湘】新登字 010 号

内 容 提 要

本书较详细地阐述了新型数字彩色电视接收机的工作原理,并对该机所采用的超大规模集成电路进行了介绍。

全书共分九章,第一、二章主要介绍有关数字电视的发展概况、基础知识和各种类型的数字彩色电视接收机的组成和基本工作原理,第三章详细地叙述了彩色电视接收机红外遥控技术及数字调谐技术工作原理及实用技术。第四章重点分析了数字彩色电视机的微机控制系统,并简介了 DCTV 微机仿真开发系统。第五、六、七章着重阐述了视频信号、伴音信号和同步偏转信号的数字信号处理的工作原理和方法。第八章讲述了图文电视、画中画、MAC 制等电视新技术。第九章对 7181 数字彩色电视机进行了较详细的整机电路分析。

本书可供从事广播电视技术研究、电视机厂家和从事广播电视技术的工程技术人员、高等院校相关专业的师生参考。还可作有关专业高年级学生的教材。

数字彩色电视接收机原理

李绍唐 编著

责任编辑:李宗柏

中南工业大学出版社出版发行

湖南大学印刷厂印装

湖南省新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:357千字 插页:5

1995年4月第1版 1995年5月第1次印刷

印数:0001—2200

ISBN 7-81020-742-3/TN·025

定价:14.00元

前 言

电视接收技术随着电子技术的迅速发展,虽经历了电子管式、晶体管式和集成电路式三代产品,但就电视信号的处理来说,基本上没有变化,都是模拟信号处理方法。近十多年来,随着数字技术和超大规模集成电路技术的发展,对电视信号的处理出现了一个崭新的方式——数字处理方式。经这种方式处理的彩色电视接收机称为数字彩色电视接收机(DCTV)。由于它采用了微机控制和数字处理技术,使电视接收技术获得了突破性的发展,无论在性能还是在功能方面都是模拟电视无法比拟的。目前,在国外,数字彩色电视接收机已开始大量投入市场。我国于1986年就着手数字彩色电视机的开发工作,已取得很大的进展,可以预测数字电视取代模拟电视已为时不远了。为了适应这种新的形势,使广大从事广播电视工作的工程技术人员掌握数字电视接收机的有关原理和技术,积我们从事多年数字彩色电视接收机的教学和研制的经验,特编著此书。

本书由李绍唐主编,参加编写的人员有李绍唐(第一、二、五、六、七章和八章第1节、九章第2节中的2、3、4),晏忠藩(第三章),王洪(第四章、第八章第2、3节、第九章第1节、第2节中的1、5、6、7、8)。在本书的编写过程中得到了湖南师范大学职业技术学院的老师和部分学生的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促,编著者水平有限,书中有错误和不妥之处,恳请读者不吝赐教。

作者

1995年3月

目 录

第1章 数字电视基础	(1)
1.1 数字电视发展概况	(1)
1.2 数字电视的特点	(2)
1.2.1 功能的扩展	(2)
1.2.2 性能	(2)
1.2.3 生产、调试和维修	(3)
1.3 电视信号模/数(A/D)和数/模(D/A)转换	(3)
1.3.1 电视信号的 A/D 转换	(3)
1.3.2 电视信号(D/A)转换	(11)
1.4 数字存储器	(13)
1.4.1 行延时存储器	(13)
1.4.2 帧存储器	(14)
1.4.3 电可擦可编程只读存储器(EEPROM)	(16)
1.5 数字滤波器	(18)
1.5.1 离散时间序列的 Z 变换	(18)
1.5.2 系统的转移函数	(20)
1.5.3 离散系统的频率响应	(21)
第2章 数字彩色电视接收机的组成	(23)
2.1 数字电视接收机(DCTV)的基本组成	(23)
2.2 具有多制式多功能的数字彩色电视接收机	(25)
2.2.1 多制式 PAL/NTSC/SECAM/MAC 解码	(25)
2.2.2 多功能——图文电视、画中画	(29)
2.3 数字式组合屏电视墙	(31)
2.3.1 概述	(31)
2.3.2 视频分割原理	(31)
第3章 彩色电视机的遥控与数字调谐技术	(36)
3.1 彩色电视机的遥控技术	(36)
3.1.1 概述	(36)
3.1.2 红外线遥控的目的和内容	(38)
3.1.3 红外线遥控发射器	(41)
3.1.4 红外线遥控接收单元	(47)
3.2 彩色电视机的数字调谐技术	(51)

3.2.1	电压合成方式数字调谐技术	(51)
3.2.2	频率合成方式数字调谐技术	(65)
第4章	数字式彩色电视接收机的微机控制系统	(71)
4.1	概述	(71)
4.2	数字式电视机的微机控制系统的组成	(71)
4.2.1	IM 总线	(71)
4.2.2	采用 1M 总线的数字电视机微机控制系统	(73)
4.3	中央控制器	(73)
4.3.1	中央控制器的功能	(74)
4.3.2	中央控制器的组成	(75)
4.4	数字式电视机 CCU 对各处理器的控制	(82)
4.4.1	CCU 对 PLL 调谐系统的控制	(82)
4.4.2	CCU 对 VPU 的控制	(83)
4.4.3	CCU 对 DPU 的控制	(85)
4.4.4	CCU 对 ADC 和 APU 的控制	(85)
4.4.5	CCU 对 SPU 的控制	(87)
4.4.6	CCU 对 TPU 的控制	(88)
4.5	数字式彩色电视机的控制程序	(88)
4.5.1	程序结构及功能	(88)
4.5.2	数字式电视机控制程序流程图	(90)
4.6	微机仿真开发系统	(95)
4.6.1	微机仿真开发系统	(95)
4.6.2	电可擦可编程只读存储器(EEPROM)	(100)
第5章	DCTV 的视频信号的数字处理	(105)
5.1	A/D 变换、杂波反相及代码转换	(105)
5.2	亮度信号、色度信号分离	(107)
5.2.1	一阶二维亮—色分离梳状滤波器	(107)
5.2.2	二阶二维亮—色信号分离	(110)
5.3	色度信号通道	(111)
5.3.1	色度信号的数字带通滤波器	(111)
5.3.2	ACC 与 ACK 电路	(113)
5.3.3	色度信号解码	(114)
5.3.4	色差信号($R-Y$)和($B-Y$)的数字基带信号解调	(115)
5.3.5	色差信号数据的传输	(116)
5.4	色同步通道	(117)

5.4.1	主时钟脉冲发生器	(117)
5.4.2	相位比较器	(119)
5.5	亮度通道	(121)
5.5.1	色度信号陷波与峰化	(121)
5.5.2	对比度倍增器	(123)
5.5.3	亮度信号延时	(123)
5.5.4	视频信号 Y 、 $R-Y$ 、 $B-Y$ 的 D/A 转换器	(123)
5.5.5	R 、 G 、 B 矩阵电路	(124)
5.6	实际电路举例	(124)
5.6.1	VCU2100 和 VPU2200 的内部框图、功能、插脚连接件、电气特性	(124)
5.6.2	电路分析	(128)
第 6 章	音频信号的数字处理	(132)
6.1	概述	(132)
6.2	音频信号处理系统的组成和基本任务	(133)
6.2.1	音频信号处理系统的组成	(133)
6.2.2	音频数字处理的主要功能	(133)
6.3	音频信号数字处理电路的分析	(134)
6.3.1	音频信号的模/数(A/D)转换	(134)
6.3.2	数字音频信号(16bit、35KHz 速率的 PCM 信号)的数字处理	(139)
6.3.3	对数字音频信号的各种数字处理的具体分析	(140)
6.4	实际电路举例	(146)
6.4.1	ADC2300 和 APU2400 的内部框图、功能、插脚连接件以及电气特性	(146)
6.4.2	实际电路分析	(152)
第 7 章	同步偏转信号的数字处理	(157)
7.1	概述	(157)
7.2	同步分离	(158)
7.2.1	视频箝位电路	(158)
7.2.2	复合同步信号的分离	(160)
7.3	行同步电路	(161)
7.3.1	“彩色锁定”的工作方式	(161)
7.3.2	“非彩色锁定”工作方式	(162)
7.3.3	保护电路	(164)
7.4	场同步电路	(164)

7.5	场锯齿波和枕形校正信号的形成	(166)
7.6	消隐脉冲和彩色键脉冲	(167)
7.7	同步偏转电路的可编程参数	(167)
7.8	实际电路分析	(169)
第8章	电视新技术	(173)
8.1	图文电视广播接收机	(173)
8.1.1	概述	(173)
8.1.2	世界制式图文电视(WST)简介	(175)
8.1.3	CCST 制图文电视	(176)
8.1.4	图文电视接收机的工作原理	(178)
8.1.5	实际的图文电视解码器(CCTD—3B)的分析	(181)
8.2	画中画电视	(185)
8.2.1	画中画电视概述	(185)
8.2.2	画中画电视的基本概念	(186)
8.2.3	PIP2250 画中画处理器	(189)
8.2.4	VSP2860 视频/同步处理器简介	(198)
8.2.5	双高频调谐器多画面数字式电视机	(199)
8.3	MAC 制信号的接收与解调技术	(201)
8.3.1	MAC 制信号的组成和特点	(201)
8.3.2	D ₂ —MAC/Packet 制的声音/数据	(203)
8.3.3	MAC 制信号的有条件接收处理	(206)
8.3.4	MAC 制图象信号与声音信号的解调	(208)
第9章	数字彩色电视接收机整机线路分析	(212)
9.1	概述	(212)
9.2	ITT/NOKIA7181 型画中画数字式彩色电视接收机电路分析	(214)
9.2.1	高中频电路	(214)
9.2.2	彩色全电视信号的数字处理	(215)
9.2.3	音频信号处理电路	(218)
9.2.4	同步偏转信号的数字处理	(219)
9.2.5	画中画信号处理电路	(221)
9.2.6	微机控制和遥控系统	(222)
9.2.7	稳压电源电路	(223)
9.2.8	AV 电路	(224)

第 1 章 数字电视基础

1.1 数字电视发展概况

电视接收机虽随着电子技术的发展经历了电子管式、晶体管式和集成电路式三代产品,但对电视信号的处理方面基本上没有改变,仍然是模拟的。近十多年来,由于数学技术和超大规模集成电路(VLSI)技术的迅速发展使电视信号的处理进入了一个崭新的方式——数字处理。经这样处理的电视接收机称为数字式彩色电视接收机(DCTV)。这是当今的第四代电视机。数字电视,狭义的含义是指把模拟电视信号(包括图象和伴音信号)转换成数字信号,并以数字形式进行处理、传输或存储;广义的含义则泛指同电视广播有关的全部数字技术。我们研究的DCTV只限于图象、伴音信号的数字化和数字处理。

对于数字电视接收机来说,国外已研究开发十多年了,现在正走向生产阶段。西德 ITT 公司在 1973 年便着手数字电视的研究准备工作。1975 年该公司工程师小组进行一系列可靠性试验。至一九七九年初,研究工作出现突破,并与世界各地主要电视机制造公司交流,确定应用标准,如技术设计、选定关键参数等。1979 年底,分几个研究小组开始设计电路工作,即将电视机的主要电路聚集到几块超大规模集成电路中。1983 年,在柏林举行的世界最大消费电子产品展览会上展出,受到世界各国的瞩目。同年进行批量生产投入市场。开始,数字电视机用 7 块超大规模集成电路,每块集成电路约 5 万个晶体管,制造工艺达微米。据报导,目前又将主要电路聚集到 4 块集成电路中。除此之外,美国、日本、荷兰等国在前些年也进行了数字电视接收机的研究工作。特别是日本的东芝、松下、夏普、三菱等公司加快了研究步伐,它们购买 ITT 的软件和硬件技术,进行第二次开发,于 1984 年先后研制出各种型号的数字电视机,见表 1-1,且功能超过了 ITT。此外日本的日立、索尼等公司也在独立进行研究。

表 1-1

国家与公司	尺 寸	型 号	特 点
日本夏普	28 吋	28C-G10	九画面,图象冻结
日本松下	21 吋	TH21-500GE	二画面,画中画
日本东芝	21 吋	21K-900	二画面,画中画
日本三菱	21 吋	21C-690D	九画面,图象冻结
西德 ITT	29 吋	DIGIVISION 3896	二画面,画中画 VIDEOTEXT
	27 吋	DIGIVISION 3776 或 37 86	VIDEOTEXT 二画面并列,图象冻结
日本日立	21 吋	G21-J01	加倍扫描
日本索尼	27 吋	KV-27OXR	可扞入文字,日期

总之,数字式彩色电视机比模拟式彩色电视机具有更大的发展前景。尽管当前数字式彩色电视机价格较高,但根据 ITT 和各大电视机厂估计,随 VLSI 及帧存储器大批量生产技术的进步,价格将迅速下降,数字式彩色电视机的价格可降至模拟彩电价格的水平,甚至更低。数字

式彩色电视机取代模拟式电视机将是必然趋势,且为时不远了。

1.2 数字电视的特点

由于数字电视机采用了实时数字信号处理技术,微处理机控制技术以及大规模,超大规模集成电路技术,使它具有模拟电视根本无法实现的功能和性能,而且在稳定性和可靠性方面也大为改善。它的优越性具体表现在下面几方面。

1.2.1 功能的扩展

数字电视机在接收信号时能判断接收到的到底是 PAL、SECAM、NTSC 制式中的哪一种。这信息可传送给接收机中的微型计算机的控制部分,使各电路适用接收哪一种制式,这样就能使一台电视机成为真正的全球性多制式的接收机。

当数字电视机与盒式录像机共用时,可获得完美的图象而没有任何类似噪声、失真和色调误差之类的缺点。而且还可以无代价地得到静止画面,慢动作和画面变大变小的功能。

数式电视机将容许直接处理卫星广播信号。卫星广播已经计划要包括数字和多通道声音广播(立体声或多种语言),有时可能用光缆分配卫星信号,为此,卫星信号将用数字方法传送。因此,对一般电视机来说,必须加数—模转换的专用电路,而数字电视机就可直接接收。

采用文字广播,图象情报系统等数字技术的新系统已付之实用,这就要求接收机中的图象信号进行数字化处理。因此,数字电视机可接收文字多工广播。

除上述功能外,它还可以与计算机配用,作为家用信息终端和计算机显示器。

1.2.2 性能

数字电视机具有消除重影的补偿网络(它是由若干个抽头的延迟电路,乘法器和加法器组成的横向滤波器,其最大延迟可达 $64\mu\text{s}$),用 100 个以下的抽头和 $5\mu\text{s}$ 以下延时已是可消除实际存在的所有重影。当重影随着天线和接收情况及频道变化时,电子开关就会自动改变抽头位置,并利用帧同步期内的均衡脉冲测量出各重影的大小、位置,控制这些电子开关。

我国的模拟电视标准是 25 帧,625 行,它存在的缺点是:由于帧频低,产生闪烁现象,特别在高亮度情况下,尤为显著。其次,垂直清晰度由于并行等原因,实际上只有 625 的 60% 左右,在数字电视机中可将一帧完整的图象存入一数字帧存储器中,然后用 625 行,25 帧(也可用更多的行和更高的帧频)逐行扫描读出,这样即可消除闪烁又可在垂直方向上获得百分之百的清晰度。

数字电视机只需加上一个代价很小的 PAL 梳状滤波器(它仅是数字集成电路中的一小部分),就可实现二维(水平、垂直)孔楦校正,使图象清楚悦目,并无任何可觉察到的强烈副载波干扰和串色。

数字电视机的行、场扫描通常是从彩色副载波分频得到行、场同步脉冲,使扫描信号的同步实际上不受弱信号中的噪声影响,即使这种噪声很强时,例如有飞机在附近飞行或车辆在驶过等引起电场晃动时,也不致影响同步,而且也不受电器用具的干扰。

1.2.3 生产、调试和维修

由于数字电视机采用超大规模集成电路,故只需用 5~7 块集成电路就可代替分离元件的电视机中的几百个元件,故在节约材料、省力、省电方面都将超过原来的模拟机。

数字电视机的调试远比模拟机简单,它只需将调节数据送入一可编程的存储器就能完成全部调试。更有甚者,一旦电视机老化后,从电视机内部本身送到测试点上来的反馈可以自动修正调节信息,而使电视机自动补偿到最佳状态。

数字电视机的维修更为容易,只需维修计算机接入,就可自行修理。

数字电视虽有很多模拟电视无法比拟的优点,但也存在着影响它自身发展的难点,此难点就是信号码率太高。传送一路 PCM 电视信号的码率约 106Mbit,在理想的情况下(等几率情况)约有 53MHz 的带宽,这不仅对传输通道利用不经济之外,而且对存储器的存储容量和元器件的速度都提出了很高的要求,致使数字电视接收机的数字化局限在视频信号,对高、中频电视信号的数字化,目前还无法实现。为此,研究各种形式的信源编码方法,设法在保证图象质量的前提下,尽量降低码率,即进行频带压缩。这是当前数字电视发展中的一个非常重要的研究课题。

1.3 电视信号模/数(A/D)和数/模(D/A)转换

1.3.1 电视信号的 A/D 转换

模拟电视信号数字化一般经取样、量化和编码,故又称编码器。

1.3.1.1 取样

取样是将时域连续的模拟信号转变为时域离散信号的过程。即用一个重复频率为 f_s 的脉冲序列对模拟信号进行取样,把本来连续的信号变成为如图 1-1 的离散信号,这也称为脉冲幅度调制。

根据奈奎斯特取样定理,取样频率 $f_s \geq 2f_m$, f_m 为被取样信号的最高频率。只有这样,取样后的信号频谱才不会重叠,才有可能在输出端利用低通滤波器滤出 $F(\omega)$,如图 1-2 所示。从而可无失真地恢复 f_m ,由于低通滤波器的频响不可能做成矩形,故 $f_s \geq 2 \cdot 2f_m$ 。

1.3.1.2 量化

经过取样后得到的取样值虽说在时间上已经离散,但在幅值上仍是连续变化的,有无限多个可能的取值。因此,还是不能用数码表示,为此需要量化。量化是将模拟信号在幅度上离散化的过程,即将每个取样值变化的范围分成若干级,每一级用一个数字代表,采用四舍五入的办法,将样点值用数值最接近的量化级代表它,如图 1-1 所示。如果所有的量化间隔都相等时,则称之为均匀量化,如按某种规律变化的则称之为非均匀量化。

信号量化后按二进制编成数码,量化级数 M 与所需的码位数 n 的关系为 $M=2^n$ 。例如将某信号的取样值按 8 等分来分,即量化电平为 8 级,对应的位数为 3,则 $M=2^3=8$ 来表示。

量化时采用了“四舍五入”的办法,则不可避免地带来误差,量化误差在图象中表现为量化杂波称之为量化噪声,它必将引起再生图象质量下降。根据理论分析,在均匀量化的情况下,信噪比与所用的码位数 n 的关系为:

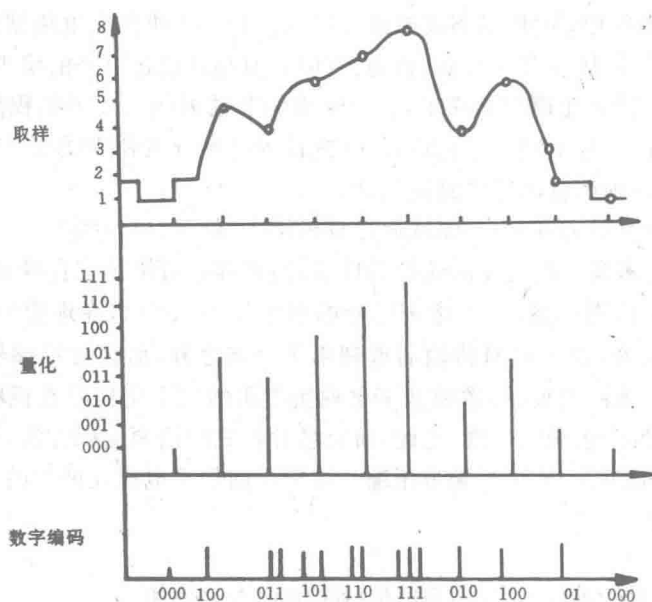


图 1-1 视频信号数字过程

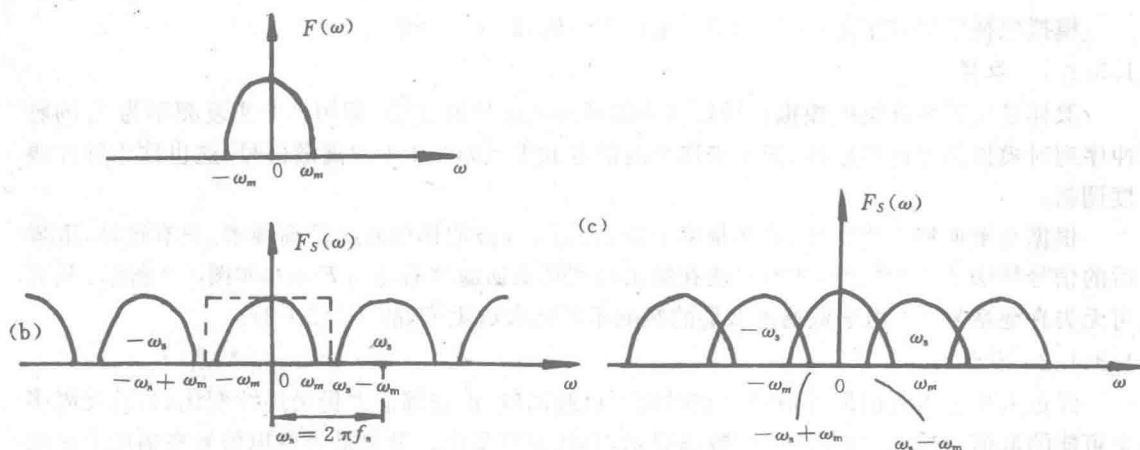


图 1-2 信号取样后的频谱

$$\frac{S}{N} = 10.8 + 6n \text{ (dB)}$$

式中, S 是图象信号的峰值, N 是量化误差的均方根值。

1.3.1.3 编码

模拟信号经取样、量化后, 第三步就是编码, 所谓编码, 就是把量化的数值用二进制代码表示。由于彩色电视信号的频带较宽(6MHz), 故码率高, 为了压缩码率, 采用多种多样的编码方法, 进行高效编码目前仍然是数字电视的重点研究课题之一。下面简单介绍几种编码的基本原

理。

1. 彩色电视信号的 PCM 编码

彩色电视信号经取样后形成 PAM 信号,再经量化编码即可形成 PCM 编码信号。它没有进行码率压缩,其码率为:

$$B_{\text{PCM}} = n \times f_s$$

式中 n 表示位数,为了提高图象的质量一般取 $n=8$ 。 f_s 为取样频率,按取样定理 $f_s \geq 2 \times 6\text{MHz} = 12\text{MHz}$ 就可以了,但是,对彩色全电视信号取样时,为了减少取样频率与副载频 f_{sc} 之间的差拍干扰,一般取 f_s 为 f_{sc} 的整倍数,例如 3 或 4 倍。如果取 3 倍,则

$$B_{\text{PCM}} = 8 \times 4.43361875 \times 3 = 106.4\text{Mbit/s}$$

这样高的码率,在理想的条件下,每赫带宽可传 2bit,因此传输这样信号的通道的带宽至少要有 53.2MHz,所以直接传输 PCM 电视信号是不经济的,这也是高、中频电视信号目前不能数字化的主要原因。PCM 电视信号主要用于信号处理过程中(如电视台内部设备)我们的数字式彩色电视接收机内部的数字化也是采用 PCM 方式。

2. 彩色电视信号的 DPCM 编码

电视图象信号在相邻取样点间、相邻行间和相邻帧间都是非常相似的,因而有很强的相关性。从信息论角度来看,这种强相关性反映了电视图象信号中存在很高的多余度,这为我们压缩码率进行高效编码提供了可能性。

DPCM 又称预测量化系统,它所传输的不是信号本身,而是实际信号与预测值之间的差值。因此,对预测误差的量化所用的量化级数就可以比直接时图象取样值量化少很多,每取样值节约 4 位码,则码率将下降一半(相对 8 位码而言)。DPCM 可分为帧内、帧间 DPCM。

(1) 帧内 DPCM(或称帧内预测)

这是利用帧内相关性的 DPCM 编码。如果预测信号与实际信号在一帧内的同一行中,则称为一维预测(行内预测)。如果二者在一帧内的不同行中,称为二维预测(帧内预测),其方框图如图 1-3 所示

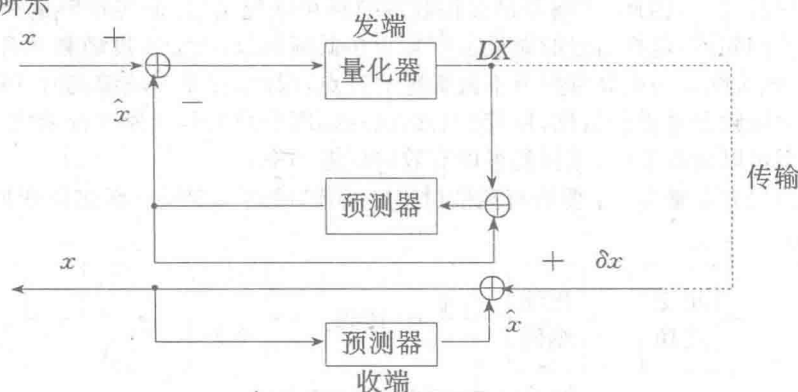


图1-3 帧内DPCM系统方框图

图中的预测器,实际上为延迟线。设延迟线延迟时间为一个取样点时间(行内预测称为一维预测)。它的工作原理是:开始送第一个取样值 x_1 时,预测器没有输出,即 $\hat{x}=0$,故 $\Delta x_1=x_1$ 。输入 x_2 时,预测器输出 x_2 的预测值, $\hat{x}=\hat{x}_2=x_1$,故 $\Delta x_2=x_2-\hat{x}_2=x_2-x_1$ 。在接收端, $x_1=\Delta x+\hat{x}_1=x_1$, $x_2=\Delta x_2+\hat{x}_2=\Delta x_2+x_1=(x_2-x_1)+x_1=x_2$ 。从而恢复了原信号。对于一般电视图象来说($x-\hat{x} \leq x$),所以对 Δx 的编码远比对 x 的编码要合算得多。按信息论的观点来说,去掉了部

分多少余的信息,即压缩了码率,它的码率一般仅为 PCM 的一半左右。它的缺点之一是,图象内部跳变使信号幅度跳度,因此,对跳变处的预测精度低,导致图象模糊。

(2) 帧间 DPCM 编码(称为三维预测编码)

电视图象信号除了镜头切换等少数场面以外,帧间的相关性比帧内更大,故可采用帧预测器组成帧间 DPCM,如图 1-4 所示,不过,此时需要延迟一帧,所以延迟器要用帧存储器。

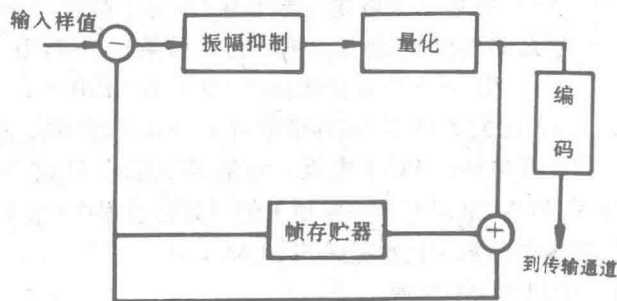


图 1-4 帧间 DPCM 方框图

帧间编码的优点是,编码效率高,它可把码率压缩到了 32Mbit/s。其缺点是,造价太高,目前尚不能广泛应用。

3. 正交变换编码

利用图象像素空间的相关性,将图象信号的几何空间通过变换矩阵变换到新的正交矢量所表示的空间,称为正交变换。进行正交变换的优点是:对变换系数压缩编码往往比直接对图象数据本身进行压缩更容易获得高的压缩效率。以付里叶变换为例,它是将欧几里得空间(空间域)描写的图象信号变换到频率空间(频率域)去描写。付里叶变换的物理意义是频谱展开,对一幅图象进行二维付里叶就是在纵的和横的两个方向进行二维频谱展开。由于信号与其频谱间有一一对应的关系,因此,传输频谱在接收端同样可恢复信号,而传输频谱往往要比传信号本身简单。我们知道,电视信号的能量主要集中在低频部分,能量密度随频率升高而迅速下降,又考虑到人眼对图象中的高频细节不甚敏感的特点,因此,在频率域编码时,可以用较多的码位对幅度大的低频分量进行量化,用较少的码位对幅度小的高频分量进行量化,对于频率特别高的分量甚至可以舍弃不传,这样就可以有效的压缩码率。

正交变换编码方案繁多。主要的有离散付里叶变换,哈达马变换和沃尔什变换等。它的组成如图 1-5 所示。



图 1-5 正交变换编码原理框图

正交变换编码的工作原理是:在通常的二维空间中,假定所传送的图样点有序的排列成 N^2 个元素组,在数学上可用矩阵 $[f_x]$ 表示:

$$[f_x] = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & \cdots & x_{1,N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{N,1} & x_{N,2} & x_{N,3} & \cdots & x_{N,N} \end{bmatrix}$$

如果将 $[f_x]$ 中的元素数去掉一半,然后再编码传送。很显然,码率将压缩一半,但必然会导

致严重失真。失真的原因是：由时间函数描述的电视信号都是随机变量，不可能简单地分成重要元素与次要元素，而把次要元素去掉。

然而，从线性代数的知识可知，对上述原素 $[f_x]$ 进行线性变换后，信号的重要部分就“突出”了。对突出部分量化多用些位数，次要部分少用位数。正如前面所述对低频部分多用数码，高频高分少用数码。这样即实现了码率的压缩，同时也保证了图象质量。因此，正交变换在数字图象频带压缩以及其它的数字图象处理中都占有重要地位。

4. 亚奈奎斯特取样编码

前面已经介绍过，在奈奎斯特取样定理中取样频率 $f_s \geq 2f_m$ (f_m 信号的最高频率)，若采用 $f_s < 2f_m$ ，则称为亚奈奎斯特取样。由于降低了取样频率，使数字信号的码率减小，从而达到压缩码率的目的。不过，这样必将引起混迭杂波，使图象质量变坏。解决的办法是：巧妙地选择取样频率，使混迭杂波落在原信号频谱的间隙处，利用梳状滤波器滤除混迭杂波。

现以黑白电视信号为例来进行分析。图 1-6(a) 表示黑白电视信号和取样频率选为 $\frac{1}{2}$ 行间置时的频谱图。图中可看出取样后一次下边带的频谱和基带频谱混迭的情况。在 $(f_s - f_m) \sim f_m$ 的混迭区，混迭杂波正好落在基带频谱高频部分的间隙区。

如果采用频率特性如图 1-6(b) 所示梳状滤波器来进行滤波时，则混迭波可以被滤除。不过，通过梳状滤波器后会使得 $(f_s - f_m) \sim f_m$ 范围内的图象垂直清晰度降低，所以，不能使 f_s 太低，一般取 $f_s = 0.7 \times 2f_m$ 。

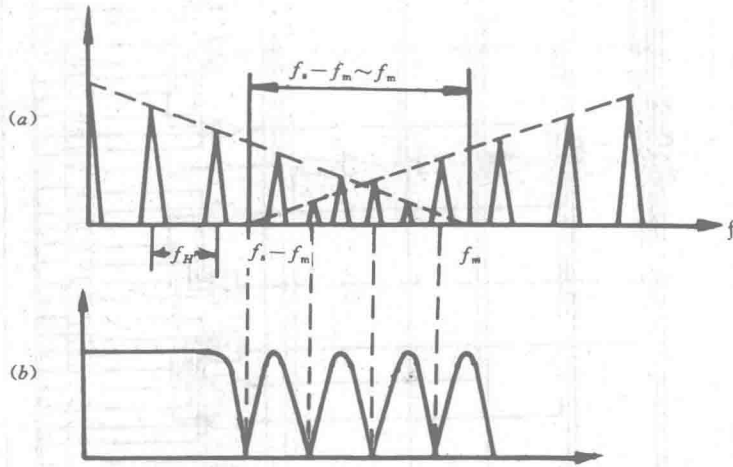


图 1-6 亚奈奎斯特取样的频谱及梳状滤波器频率特性图

(a) 频谱图

(b) 梳状滤波器频率特性

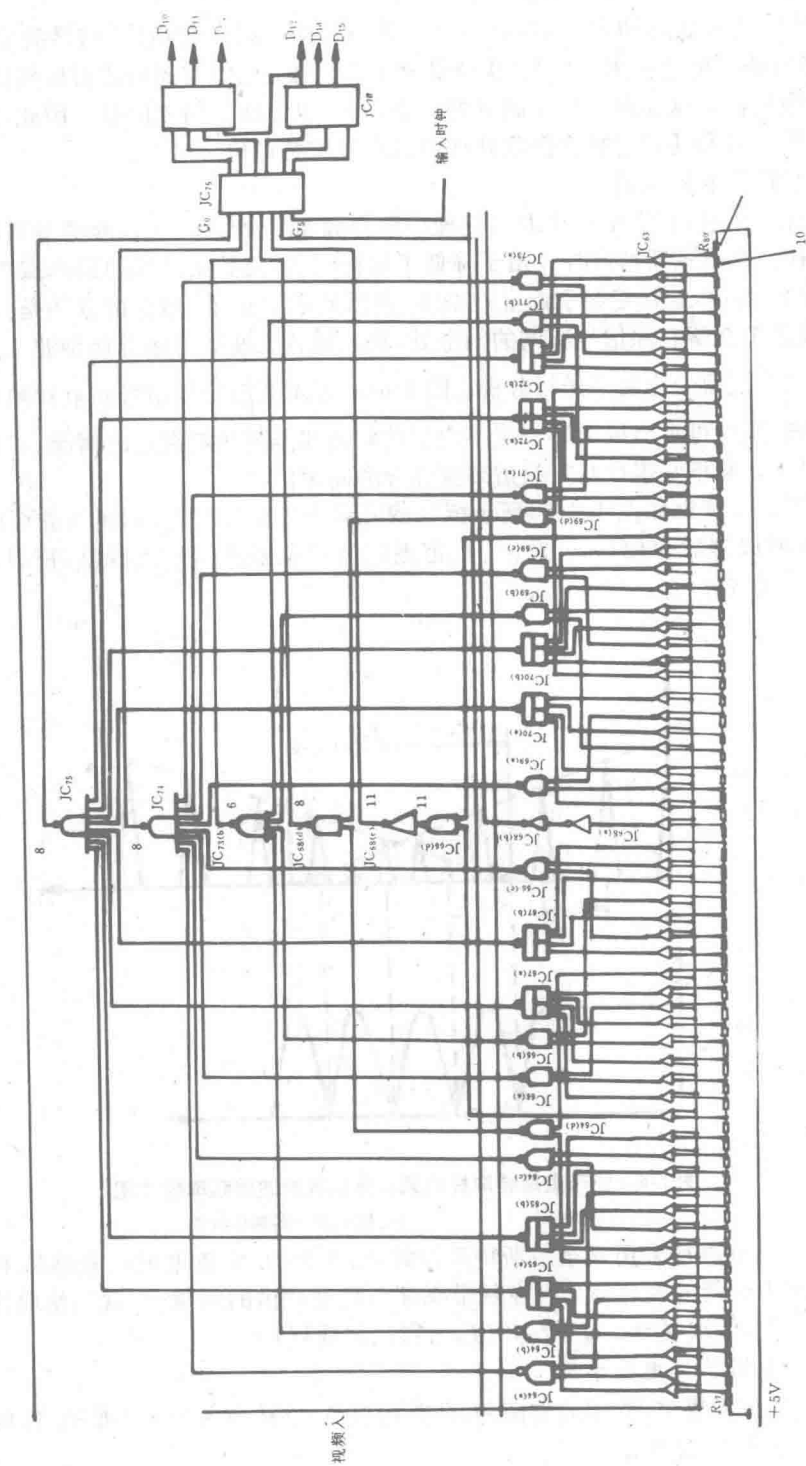
对于 PAL 彩色电视采用亚奈奎斯特取样时，由于 PAL 彩色电视的频谱是采用 $1/4$ 行间置，若要使一次下边带的混迭部分落在基带亮度与色度频谱的间隙中，就应使取样频率取 $f_H/8$ (f_H 为行频) 间置，即取 $f_s = 2f_{sc} \pm f_H/8$ (f_{sc} 为彩色副载频)。

1.3.1.4 A/D 转换实际电路举例

A/D 转换器种类繁多，常用的有两种，即并行型 A/D 转换器和串并型 A/D 转换器。

1. 并行型 A/D 转换器

并行型 A/D 转换器又称为闪烁型 A/D 转换器，它在众多的 A/D 转换器中速度是最高的。图 1-7 为一个 6 位并行型 A/D 转换器 (适用色差信号的 A/D 转换) 的实际电路。



电阻 $R_0 \sim R_{63}$ 为分压电阻,且阻值相同,其作用是将基准电压 V_0 分压,再分别送入由 $JC_1 \sim JC_{63}$ 组成的 63 个比较器的一个输入端,比较器的另一端输入的要进行 A/D 转换的视频信号。

表 1-2 相对应的量化值

量化级	电压值 (mV)	量化级	电压值 (mV)	量化级	电压值 (mV)	量化级	电压值 (mV)	量化级	电压值 (mV)	量化级	电压值 (mV)
V_{10}	640	V_{21}	1344	V_{32}	2048	V_{43}	2752	V_{54}	3456		
V_9	576	V_{20}	1280	V_{31}	1984	V_{42}	2688	V_{53}	3392		
V_8	512	V_{19}	1216	V_{30}	1920	V_{41}	2624	V_{52}	3328	V_{63}	4032
V_7	448	V_{18}	1152	V_{29}	1856	V_{40}	2560	V_{51}	3264	V_{62}	3963
V_6	384	V_{17}	1088	V_{28}	1792	V_{39}	2496	V_{50}	3200	V_{61}	3904
V_5	320	V_{16}	1024	V_{27}	1728	V_{38}	2432	V_{49}	3136	V_{60}	3840
V_4	256	V_{15}	960	V_{26}	1664	V_{37}	2368	V_{48}	3072	V_{59}	3776
V_3	192	V_{14}	896	V_{25}	1600	V_{36}	2304	V_{47}	3008	V_{58}	3712
V_2	128	V_{13}	832	V_{24}	1536	V_{35}	2240	V_{46}	2944	V_{57}	3648
V_1	64	V_{12}	768	V_{23}	1472	V_{34}	2176	V_{45}	2880	V_{56}	3584
V_0	0	V_{11}	704	V_{22}	1408	V_{33}	2112	V_{44}	2816	V_{55}	3520

$JC_{64} \sim JC_{75}$ 组成编码器,输出格雷码 $G_0 \sim G_5$ (波形图如图 1-8 所示),送入锁存器 JC_{76} ,在 JC_{76} 同时输入取样时钟,每一个取样时钟对比较器的输出锁存一次,也就实现了取样保持。

$JC_{77} \sim JC_{78}$ 组成码字转换器,由于格雷码是单位距离码,虽说误码小,但它是无权码,因此通过码字转换器,将格雷码转换成自然二进制码。

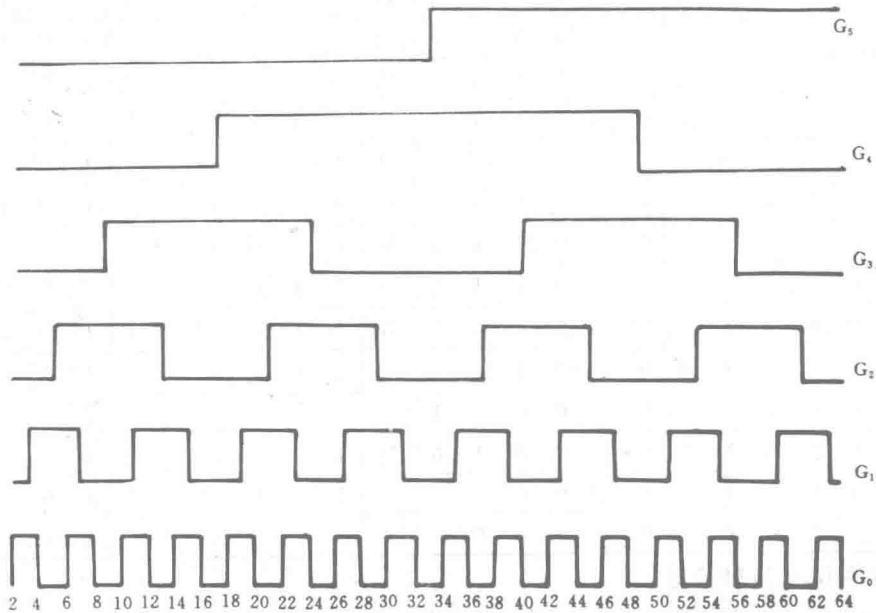


图 1-8 格雷码波形图